

PAT-NO: JP406093310A
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06093310 A
TITLE: FINE METAL PARTICLE PRODUCING DEVICE
PUBN-DATE: April 5, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YAMAZAKI, MOTOHISA

SUGIYAMA, SHUICHI

MORITA, AKIRA

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

CHUBU ELECTRIC POWER CO INC

FUJI ELECTRIC CO LTD

COUNTRY

N/A

N/A

APPL-NO: JP03335422

APPL-DATE: December 19, 1991

INT-CL (IPC): B22F009/14, B01J019/08 , B22F009/08

ABSTRACT:

PURPOSE: To increase the amt. of fine metal particles to be produced per unit time of the device by exposing an ingot consisting of a rod-shaped metal to plasma.

CONSTITUTION: Plural plasma torches 3A to 3C are radially arranged around an ingot 1. The torches 3A to 3C are ignited in order one by one, an arc-extinguishing period is provided between the igniting periods, and a working gas is blown against the ingot 1 from all the torches 3A to 3C. The arc-extinguishing period and the igniting period are controlled by the detection level of a vibration sensor 20 fitted to the ingot 1. The flow rate

BEST AVAILABLE COPY

of the
working gas is made variable by providing a flow controller 18, and
the flow
rate is increased when the ingot 1 is cooled.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-93310

(43)公開日 平成6年(1994)4月5日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
B 2 2 F 9/14	Z			
B 0 1 J 19/08	K	9151-4G		
B 2 2 F 9/08	A			

審査請求 未請求 請求項の数3(全 9 頁)

(21)出願番号 特願平3-335422

(22)出願日 平成3年(1991)12月19日

(71)出願人 000213297

中部電力株式会社

愛知県名古屋市中区東新町1番地

(71)出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72)発明者 山崎 素央

静岡県浜松市半田町4937-3

(72)発明者 杉山 修一

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74)代理人 弁理士 山口 巖

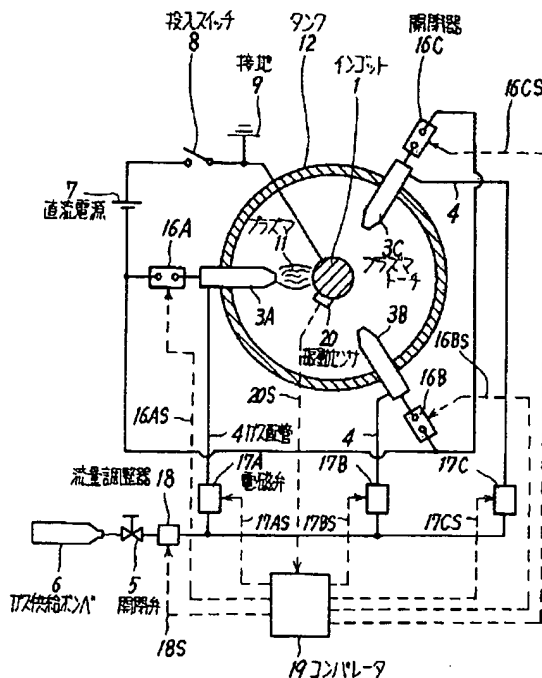
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 金属微粒子製造装置

(57)【要約】

【目的】棒状金属よりなるインゴットにプラズマを晒すことにより金属微粒子を製造する装置の単位時間あたりの金属微粒子生成量を増加させる。

【構成】インゴットの周囲に放射状に配された複数のプラズマトーチが設けられた装置において、プラズマトーチを1つずつ順番に点弧させるとともに、その点弧期間の間に消弧期間を設けて全プラズマトーチから作動ガスをインゴットに吹き付ける。上記のプラズマ点弧期間および消弧期間は、インゴットに取り付けられた振動センサの検出レベルによって制御される。また、作動ガスの吹き付け流量を流量調整器を設えることによって可変にし、インゴットを作動ガスで冷却する際にその流量を多くする。



1

【特許請求の範囲】

【請求項1】棒状の金属よりなり超音波加振器によって伝えられる機械的振動に共振して軸方向に振動するインゴットと、このインゴットに先端部を対向させて放射状に配され前記先端部から前記インゴットに向けて作動ガスを吹き付けるとともにプラズマを点弧させる複数本のプラズマトーチとによって構成され、プラズマの熱によって前記インゴットを溶融させ、その溶融した部分を超音波振動によって微粒子化させるものにおいて、前記インゴットの振動レベルを検知する振動センサと、この振動センサの出力信号が所定のレベル以上になる毎に前記プラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコンパレータとを備え、このコンパレータは前記センサの出力信号が所定のレベル以下になると前記プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全ての前記プラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力し、前記プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスを前記インゴットに吹き付けることを特徴とする金属微粒子製造装置。

【請求項2】棒状の金属よりなり超音波加振器によって伝えられる機械的振動に共振して軸方向に振動するインゴットと、このインゴットに先端部を対向させて放射状に配され前記先端部から前記インゴットに向けて作動ガスを吹き付けるとともにプラズマを点弧させる複数本のプラズマトーチとによって構成され、プラズマの熱によって前記インゴットを溶融させ、その溶融した部分を超音波振動によって微粒子化させるものにおいて、あらかじめ設定された設定時間毎に前記プラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコントローラを備え、このコントローラは前記プラズマトーチのプラズマが点弧してから所定時間後に前記プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全ての前記プラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力し、前記プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスを前記インゴットに吹き付けることを特徴とする金属微粒子製造装置。

【請求項3】請求項1又は2記載のものにおいて、プラズマトーチがプラズマを点弧させている期間とプラズマを消弧させている期間とで作動ガスの吹き付け流量を変えることのできる流量調整器を備えたことを特徴とする金属微粒子製造装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

2

【産業上の利用分野】この発明は金属の射出成形用の原料となる数 μm から数十 μm の粒度の金属微粒子を製造する装置に関する。

【0002】

【従来の技術】金属の射出成形とは金属微粒子とバインダとの混合体を金型内に射出し、その状態で焼結させることにより精密な形状の金属体を成形させる技術である。この技術で作られる金属体の例として、時計の金属バンド、装飾品、電子部品の端子などがある。この方法

【0003】上述の成形技術に使われる金属微粒子は、その粒径が小さいほど成形品の仕上がり具合が良好である。通常、金属微粒子の粒径としては前述のように数 μm ないし数十 μm のものが要望されている。このような金属微粒子の製造方法として、機械的に粉碎するだけではその粒径が小さくならないので、ガス又は高圧水アトマイズ法が用いられていた。この方法は、金属を高温にして一旦溶融させ、高所からこの溶融金属を滴下させると同時に高圧ガス流又は高圧水流を吹き付け、微粒子化させる方法である。しかし、この方法は高所から溶融金属を滴下させるために、数mの高さのタンクを必要とする。製造設備が大型となるのでコストが嵩み、別の安価な製造方法の開発が要望されていた。

【0004】その他の金属微粒子製造方法として、プラズマの熱により金属を溶融させ、同時に超音波振動を加えることによって金属を微粒子化させる方法が考案されている。この方法はまだ開発期にあるが、大型のタンクを必要としないので安価な金属微粒子を得ることができると期待されている。

【0005】図5はプラズマによって金属を微粒子化させる装置の原理を説明する断面図である。棒状の金属よりなるインゴット1に超音波加振器2が取り付けられている。このインゴット1に対向してプラズマを発生させるプラズマトーチ3が配されている。プラズマトーチ3は中心軸部に配された内部電極31とその外径側にガス通路32および絶縁33を介して配された外部電極34とにより構成されている。ガス通路32はガス配管4および開閉弁5を介してガス供給ポンプ6に連通している。一方、直流電源7の負極側は内部電極31に導電接続され、直流電源7の陽極側は投入スイッチ8を介して接地9およびインゴット1に導電接続されるとともに、抵抗10を介して外側電極34に導電接続されている。

【0006】図5において、金属微粒子1Aはインゴット1の材料から形成される。インゴット1をあらかじめ超音波加振器2によって、矢印1Bの方向に超音波振動させておく。投入スイッチ8を投入することによって、内部電極31と外部電極34との間の右側先端部にパイロットアークを発生させる。そこへ、ガスポンプ6から例えばHeガスをガス通路32を介してパイロットアークに吹き付け

ることにより、プラズマトーチ3の右側の先端部にプラズマ11が形成され、インゴット1にまで伸びる。プラズマ11はガスが電離した高温のアークであり、インゴット1が部分的に熔融する。熔融したインゴット1の金属は超音波振動を受けているので、金属微粒子1Aとなって周囲に飛散する。金属微粒子1Aはプラズマ11から離れると急速に冷却されるので、微粒子の状態で固化し下部に落下する。図5の装置によって、粒径が数 μm ないし数十 μm の金属微粒子を生成することができる。なお、抵抗10はプラズマ11が形成される前に内部電極31と外部電極34との間にパイロットアークをトリガーさせるための電流を供給し、プラズマ11が形成された後はプラズマ11側へ大部分の電流が流れて行くようにさせるものである。

【0007】図6は公知の金属微粒子製造装置の構成例を示す断面図である。円柱状の金属よりなるインゴット1にプラズマ11を放出させる先端側を向けて3本のプラズマトーチ3A, 3B, 3Cが互いに120度の角度をなして放射状に配されている。このプラズマトーチ3A, 3B, 3Cはタンク12に支えられ、その内部電極はすべて直流電源7の負極側に導電接続されている。また、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cは、すべてガス配管4を介して開閉弁5およびガス供給ポンプ6に接続されている。一方、直流電源7の正極側は、投入スイッチ8を介して接地9およびインゴット1に導電接続されている。図6では図示が省略されているが、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cの外側電極はすべて抵抗を介して接地9に導電接続されている。なお、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cの内部構成は、図5で示したプラズマトーチ3と全く同じである。

【0008】図7は図6のA-A断面図である。インゴット1の上部に超音波加振器2が設けられ、前述のようにプラズマトーチ3Aの外側電極が抵抗10を介して接地9*

$$f = C_3 / \lambda$$

で表わすことができる。ここで、 C_3 はインゴットの縦振動速度、 λ は超音波振動の波長である。さらに、 C_3 ※

$$C_3 = (E / \rho)^{0.5}$$

$$\lambda = 2 \cdot L$$

ここで、 E 、 ρ はそれぞれインゴットの材料のヤング率、密度であり、 L はインゴットの長さである。

【0014】図8はインゴットとして使われる金属材料例のヤング率と温度との関係を示す特性線図である。横軸は温度、縦軸はそれぞれ18℃のときのヤング率に対する規格化されたヤング率である。それぞれ実線の特性曲線13が鉄、一点鎖線の特性曲線14がステンレス、破線の特性曲線がチタンに対応する。図8よりインゴットの温度が上昇するとヤング率 E が変化し、それに伴って★

*に導電接続されている。

【0009】図7において、インゴット1をあらかじめ超音波加振器2によって、上下方向に超音波振動させておく。投入スイッチ8を投入することによって、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cが点弧するので、ガス供給ポンプ6より作動ガスを供給することによって図6のようにプラズマトーチ3A, 3B, 3Cは3本ともインゴット1に向けてプラズマ11を放出する。このプラズマ11によってインゴット1の金属が熔融し、超音波振動を受けて図7のように金属微粒子1Aとなってタンク12の下部に落下する。

【0010】図6の構成は、インゴット1を3本のプラズマトーチによって3方向からプラズマ11を当て、金属微粒子の単位時間あたりの生成量を増した場合である。さらに多くのプラズマトーチを配し、多方向からインゴットにプラズマを当てることによって金属微粒子の単位時間あたりの生成量をさらに増やすこともできる。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した図6のような公知の装置はインゴット全体の温度上昇により長時間にわたって超音波振動が停止し、金属微粒子の単位時間あたりの生成量が少ないという問題点があった。

【0012】すなわち、プラズマの熱によりインゴット全体の温度が上昇すると、インゴットの共振周波数が超音波加振器の発振周波数から逸脱してインゴットの振動が停止したり異常振動する。インゴットに機械的振動を効果的に与えるために、通常はインゴット自体が超音波加振器の発振周波数に共振するように構成される。

【0013】いま、インゴットの共振周波数を f とする

$$\dots \textcircled{1} \text{式}$$

※および λ は次式により決まる。

$$\dots \textcircled{2} \text{式}$$

$$\dots \textcircled{3} \text{式}$$

★②式にしたがって C_3 が変化する。その結果、①式より共振周波数 f がずれることが判る。

【0015】また、インゴットが温度上昇すると、熱膨脹によりインゴットが伸長する。表1はインゴットとして使われる金属材料例の伸長の程度を計算した結果である。

【0016】

【表1】

インゴットの 材 料	線膨脹率 α ($10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)	インゴットの長さ l (mm)	
		20℃	1500℃
鉄	15.0	42.0	42.95
ステンレス	16.4	42.0	43.03
チタン	9.0	42.0	42.57

【0017】鉄、ステンレス、チタンよりなるインゴットの長さ l をすべて20℃で42mmとし（この長さは周波数が60kHzの場合の共振長に相当する）、各線膨脹率 α より1500℃のときのインゴットの長さ l を求めた。表1より、インゴットの温度が上昇するとインゴットの長さ l が変化し、それに伴って③式にしたがって λ が変化する。その結果、①式より共振周波数 f がずれることが判る。

【0018】上述の理由でインゴットがプラズマの熱により温度上昇するとインゴットの振動に不具合が生じ、金属微粒子を生成しなくなる。公知の装置の稼働具合は、インゴットの構成やプラズマに流す電流値によっても異なるが、例えば数十秒間プラズマを連続して点弧させると振動が停止する。その後、インゴットが冷えて再度振動し始めるまでに数十分もかかっていた。そのために、公知の装置は金属微粒子を実際に生成している時間が全体として短く、稼働率の非常に悪い製造装置であった。

【0019】この発明の目的は、プラズマトーチを単独で順番に点弧させ、かつプラズマトーチのガス流でインゴットを冷却させることにより、単位時間あたりの金属微粒子の生成量を向上させることにある。

【0020】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、この発明によれば、棒状の金属よりなり超音波加振器によって伝えられる機械的振動に共振して軸方向に振動するインゴットと、このインゴットに先端部を対向させて放射状に配され前記先端部から前記インゴットに向けて作動ガスを吹き付けるとともにプラズマを点弧させる複数本のプラズマトーチとによって構成され、プラズマの熱によって前記インゴットを熔融させ、その熔融した部分を超音波振動によって微粒子化させるものにおいて、前記インゴットの振動レベルを検知する振動センサと、この振動センサの出力信号が所定のレベル以上になる毎に前記プラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコンパレータとを備え、このコンパレータは前記センサの出力信号が所定のレベル以下になると前記プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまで*

の間は全ての前記プラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力し、前記プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスを前記インゴットに吹き付けるものとする。

【0021】また、上記目的を達するために、この発明によれば、棒状の金属よりなり超音波加振器によって伝えられる機械的振動に共振して軸方向に振動するインゴットと、このインゴットに先端部を対向させて放射状に配され前記先端部から前記インゴットに向けて作動ガスを吹き付けるとともにプラズマを点弧させる複数本のプラズマトーチとによって構成され、プラズマの熱によって前記インゴットを熔融させ、その熔融した部分を超音波振動によって微粒子化させるものにおいて、あらかじめ設定された設定時間毎に前記プラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコントローラを備え、このコントローラは前記プラズマトーチのプラズマが点弧してから所定時間後に前記プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全ての前記プラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力し、前記プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスを前記インゴットに吹き付けるものとする。

【0022】上記の構成に加えて、プラズマトーチがプラズマを点弧させている期間とプラズマを消弧させている期間とで作動ガスの吹き付け流量を変えることのできる流量調整器を備えたものとする。

【0023】

【作用】この発明の構成によれば、インゴットの振動レベルを検知する振動センサと、この振動センサの出力信号がインゴットの共振によって所定のレベル以上になる毎にプラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマ点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコンパレータとを備える。さらに、このコンパレータはインゴットの共振条件がずれて振動センサの出力信号が所定のレベル以下になると、プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが再び点弧するま

での間は全てのプラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力する。プラズマトーチは前記点弧指令又は消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスをインゴットに向けて吹き付ける。この構成とすることにより、インゴットがプラズマの熱によって温度上昇したときに、共振条件がずれて振動センサの出力レベルが低下するので、コンパレータが消弧指令を出力することによってプラズマトーチを消弧させるとともに、作動ガスの吹き付け指令を出力することによって全てのプラズマトーチから作動ガスがインゴットに吹き付けられインゴットを急激に冷却させることができる。インゴットが冷えると、インゴットが共振条件になるので再び振動センサの出力レベルが大きくなる。コンパレータがこの振動センサの出力を受けて点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を次のプラズマトーチに出力する。複数のプラズマトーチがプラズマの点弧と消弧とを上述のように1つずつ順番に廻るサイクル的な動作を行う。プラズマが点弧していないときに、全てのプラズマトーチが一斉にインゴットを急速冷却させることができる。したがって、金属微粒子を生成していない時間が公知の装置のそれと比べて全体的に大幅に短縮され、単位時間あたりの金属微粒子の生成量を増大させることができる。

【0024】また、この発明の構成によれば、あらかじめ設定された設定時間毎にプラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコントローラを備える。さらにこのコントローラはプラズマトーチのプラズマが点弧してから所定時間後にプラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全てのプラズマトーチに移動ガスの吹き付け指令を出力する。プラズマトーチは前記点弧指令又は消弧指令にしたがってプラズマを点弧又は消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスをインゴットに向けて吹き付ける。前記所定時間はインゴットがプラズマの熱を受け始めてから共振条件を保っている時間幅以内とし、前記設定時間はプラズマの点弧している前記所定時間にインゴットを全てのプラズマトーチが作動ガス流で冷却している期間を加えた時間とする。この構成とすることにより、複数のプラズマトーチがプラズマの点弧と消弧とを上述のように1つずつ順番に廻るサイクル的な動作を行う。プラズマが点弧していないときに、全てのプラズマトーチが一斉に作動ガスをインゴットに向けて吹き付けるので、インゴットを急速冷却させることができる。したがって、金属微粒子を生成していない時間が公知の装置のそれと比べて全体的に大幅に短縮され、単位時間あたりの金属微粒子の生成量を増大させることができる。さらに、前述の発明の構成と比べて、振動センサを必要としないのでより安価な装置となる。

【0025】上記の構成に加えて、プラズマトーチがプラズマを点弧させている期間とプラズマを消弧させている期間とで作動ガスの吹き付け流量を変えることのできる流量調整器を備える。プラズマが消弧しているときの作動ガスの吹き付け流量をプラズマが点弧しているときのそれよりも多く設定しておくことにより、インゴットを急速に冷却することができる。したがって、金属微粒子を生成していない時間幅を流量調整器のない場合に比べてより短くすることができ、単位時間あたりの金属微粒子の生成量をさらに増大させることができる。

【0026】

【実施例】以下この発明を実施例に基づいて説明する。図1はこの発明の実施例にかかる金属微粒子製造装置の構成を示す断面図である。インゴット1の振動レベルを検知する振動センサ20がインゴット1に取り付けられている。また、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cの内部電極と直流電源7の負極側との間には、それぞれ開閉器16A, 16B, 16Cが介装されている。また、プラズマトーチ3A, 3B, 3Cに接続される配管4と開閉弁5との間にはそれぞれ電磁弁17A, 17B, 17Cが介装されている。さらに、振動センサ20の出力信号20Sを受けるコンパレータ19が備えられている。このコンパレータ19は開閉器16A, 16B, 16Cをそれぞれ開閉制御させる開閉信号16AS, 16BS, 16CSを出力するとともに、電磁弁17A, 17B, 17Cをそれぞれ開閉制御させる開閉信号17AS, 17BS, 17CSを出力する。さらに、コンパレータ19は流量調整器18の流量を制御させる制御信号18Sを出力する。その他の構成は、図6の公知の装置のそれと同じなので、同じ部分には同一参照符号を用いることにより詳細な説明は省略する。なお、振動センサ20はプラズマトーチからのプラズマ11に直接晒されないように、実際には図の断面位置より上部に取り付けられている。

【0027】図1において、振動センサ20はインゴット1が共振条件にあるときは所定のレベル以上の出力信号20Sを出力することができ、インゴット1が共振条件からずれるとその出力信号20Sのレベルは所定のレベル以下に低下する。コンパレータ19は所定のレベル以上の出力信号20Sを受ける毎に開閉器および電磁弁の1つずつに順番にそれぞれ開閉器投入の開閉信号および電磁弁開の開閉信号を出力する。例えば、初めに、開閉器16A投入の開閉信号16AS（プラズマトーチ3Aの点弧指令）および電磁弁17A開の開閉信号17AS（プラズマトーチ3Aの作動ガス吹き付け指令）のみを出力する。それによって、プラズマトーチ3Aのみが図1のようにプラズマ11を点弧させるとともに、作動ガスがプラズマトーチ3Aの先端から吹き出す。プラズマ11の加熱によってインゴット1の温度が上昇し、インゴット1が共振条件から外れると、振動センサ20の出力信号20Sのレベルが所定のレベルより低下する。それによって、コンパレータ19は開閉器16A遮断の開閉信号16AS（プラズマトーチ3Aの消弧指令）

を出力し、プラズマトーチ3Aのプラズマ11を消弧させる。これと同時に、コンパレータ19は電磁弁17B 開の開閉信号17BSおよび電磁弁17C 開の開閉信号17CS (プラズマトーチ3B, 3Cの作動ガス吹き付け指令) を出力する。したがって、全てのプラズマトーチ3A, 3B, 3Cが作動ガスをインゴット1に吹き付ける状態になる。それによって、インゴット1が冷却されるために、インゴット1が再び共振条件に入る。振動センサ20は再び所定のレベル以上の出力信号20Sを出力するようになるので、次はコンパレータ19が開閉器16B 投入の開閉信号16BSおよび電

磁弁17B 開の開閉信号17BSのみを出力し、プラズマトーチ3Bのみにプラズマを点弧させる状態にする。以下、プラズマトーチ3B, 3Cは1つずつ順番にプラズマトーチ3Aと同様な動作をし、サイクル的に廻るようにコンパレータ19は複数の開閉信号を出力する。このような機能を有するコンパレータ19は、内部に比較回路と複数の接点とを備えることによって容易に構成することができる。

【0028】図2はコンパレータ19の出力する開閉信号のタイムチャートである。上段の3個が開閉器の開閉信号16AS, 16BS, 16CS、下段の3個が電磁弁の開閉信号17AS, 17BS, 17CSを示す。プラズマトーチ3Aが点弧する期間は、開閉信号16ASが出力される時間幅 t_{a1} , t_{a4} であり、プラズマトーチ3Bと3Cとがそれぞれ点弧する期間は同様に時間幅 t_{a2} , t_{a5} と時間幅 t_{a3} , t_{a6} である。コンパレータは振動センサから所定レベル以上の出力信号を受ける毎に開閉器に1つずつ開閉器16A, 16B, 16Cの順番に投入の開閉信号16AS, 16BS, 16CSを出力し、振動センサが所定レベル以下になるまで続く。時間幅 t_{b1} , t_{b2} ..., t_{b5} は、コンパレータが開閉信号16AS, 16BS, 16CSを出力しない期間であり、電磁弁17A, 17B, 17Cのすべてに電磁弁開の開閉信号17AS, 17BS, 17CSが出力されている。この時間幅 t_{b1} , t_{b2} ..., t_{b5} は作動ガスによってインゴットが冷却されている期間である。なお、時間幅 t_{a1} , t_{a2} ..., t_{a6} は互いにほとんど同じ値であるが、その都度、振動センサが共振条件の有無によって検知する時間である。一方、 t_{b1} , t_{b2} ..., t_{b5} も同様であり互いにほとんど同じ値である。

【0029】図3は図1の構成においてインゴット1が作動ガスで冷却されている状態を示す断面図である。図1はプラズマトーチ3Aがプラズマ11を放出している状態を示しているが、図3はプラズマトーチ3A, 3B, 3Cがすべて作動ガス21のみをインゴット1に向けて放出している状態である。この状態は図2における時間幅 t_{b1} , t_{b2} ..., t_{b5} に対応する。

【0030】前述のように、図6の公知の装置においてはインゴット1が共振条件からずれて振動の停止する時間が数十分もかかっていたが、この発明によりインゴット1の振動が停止する時間幅は数分に短縮された。また、図3において、時間幅 t_{b1} , t_{b2} ..., t_{b5} の時

間帯だけ吹き付けられる作動ガス流量をコンパレータ19の制御信号18Sによって他の時間帯より多くすることで、インゴット1をより速く冷却することができ、インゴットの振動が停止する時間幅をさらに短縮することができる。

【0031】図4はこの発明の異なる実施例にかかる金属微粒子製造装置の構成を示す断面図である。図1の構成におけるコンパレータの代わりにコントローラ22を備えたとともに振動センサを除去した。その他の構成は図1のそれと同一である。

【0032】図4において、コントローラ22はあらかじめ設定された設定時間 $t_a + t_b$ 毎に開閉器および電磁弁に1つずつ順番にそれぞれ開閉器投入の開閉信号(プラズマトーチの点弧指令)および電磁弁開(プラズマトーチの作動ガス吹き付け指令)の開閉信号を出力する。その後、所定時間 t_a 後に開閉器遮断の開閉信号(プラズマトーチの消弧指令)を出力すると同時に、電磁弁をすべて開にする開閉信号(プラズマトーチの作動ガス吹き付け指令)を出力する。その後、 t_b 後に別の開閉器投入の開閉信号と電磁弁開の開閉信号を出力し、以下同じサイクルを繰り返すようにコントローラ22を動作させる。コントローラ22の出力する開閉信号のタイムチャートは図2で示したものとほぼ同じであり、時間幅 t_{a1} , t_{a2} , ..., t_{a6} をすべて t_a に等しくし、かつ時間幅 t_{b1} , t_{b2} , ..., t_{b5} をすべて t_b に等しくしたものと同一である。設定時間 $t_a + t_b$ 、および所定時間 t_a は、あらかじめその装置のインゴットが共振、非共振を繰り返す時間を実稼働させることによって求めておくことによって決めることができる。これらの時間幅は、その装置特有の構成によって決まるものなので、振動センサがなくともコントローラによってスムーズに装置を動作させることができる。この発明によって、振動センサのない低コスト型の装置を構成することができる。

【0033】なお、図1, 図4の実施例において、インゴットには単一のプラズマトーチからのプラズマ11だけを放出させている。その理由は、図6における公知の装置のように多方向から一斉にプラズマ11を放出させると、他のプラズマトーチの作動ガスが自分のプラズマ方向に流れてくる。そのために、自分のプラズマの形状が変形を受け金属微粒子の単位時間あたりの生成量がプラズマトーチの装置台数に比例して増加しなくなる。また、インゴット1の温度も複数のプラズマトーチのプラズマ11を受けるためにすぐに上昇し、インゴットの振動継続期間が短くなる。この発明では、常に単一のプラズマトーチのプラズマ11だけによって金属微粒子を生成させることにしたので、プラズマに晒されている期間だけの単位時間あたりの金属微粒子の生成量は公知の装置と比べて少ないが、インゴット1の振動停止期間が約1桁短縮されるので全体として単位時間あたりの金属微粒子の生成量が増加する。

【0034】

【発明の効果】この発明は前述のように、金属微粒子製造装置がインゴットの振動レベルを検知する振動センサと、この振動センサの出力信号が所定のレベル以上になる毎に前記プラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコンパレータとを備える。このコンパレータは振動センサの出力信号が所定のレベル以下になると、プラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全てのプラズマトーチに作動ガスの吹き付け指令を出力する。プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧または消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスを前記インゴットに吹き付ける構成とした。この構成によりインゴットの振動停止期間を公知のものより約1桁短縮させることができ、全体として単位時間あたりの金属微粒子の生成量を増すことができる。例えば、3本のプラズマトーチを備えた装置の場合、従来のものと比べるとインゴットの停止期間は10分の1に短縮されているので金属微粒子の生成に対してはその生成稼働時間が10倍も向上する。一方、金属微粒子は単一のプラズマによっ生成されているので、公知のものと比べてプラズマに晒されているときは単位時間あたり約3分の1の生成量なので、単位時間あたりの金属微粒子の生成量は全体として公知の装置と比べて3倍に増加する。

【0035】また、この発明は上記の発明の構成におけるコンパレータの代わりにコントローラを備えるとともに振動センサを除去した。コントローラはあらかじめ設定された設定時間毎にプラズマトーチにいずれか1つずつ順番にプラズマの点弧指令および作動ガスの吹き付け指令を出力するコントローラを備える。このコントローラはプラズマトーチのプラズマが消弧してから所定時間後にプラズマトーチにプラズマの消弧指令を出力するとともに、プラズマが消弧してから次のプラズマが再び点弧するまでの間は全てのプラズマトーチに稼働ガスの吹き付け指令を出力する。プラズマトーチが前記点弧指令又は前記消弧指令にしたがってプラズマを点弧または消弧させるとともに、作動ガスの前記吹き付け指令にしたがって作動ガスをインゴットに式付ける構成とした。この構成により前記の発明の構成と同様に単位時間あたりの金属微粒子の生成量を公知の装置と比べて増加させることができるとともに、振動センサが不要なので低コストの装置を提供することができる。

【0036】さらに、上述の発明の構成に加えて、プラズマトーチがプラズマを点弧させている期間とプラズマを消弧させている期間とで作動ガスの吹き付け流量を変えることのできる流量調整器を備えたことにより、単位

時間あたりの金属微粒子の生成量をさらに増加させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の実施例にかかる金属微粒子製造装置の構成を示す断面図

【図2】コンパレータの出力する開閉信号のタイムチャート

【図3】図1の構成においてインゴットが作動ガスで冷却されている状態を示す断面図

10 【図4】この発明の異なる実施例にかかる金属微粒子製造装置の構成を示す断面図

【図5】プラズマによって金属を微粒子化させる装置の原理を説明する断面図

【図6】公知の金属微粒子製造装置の構成例を示す断面図

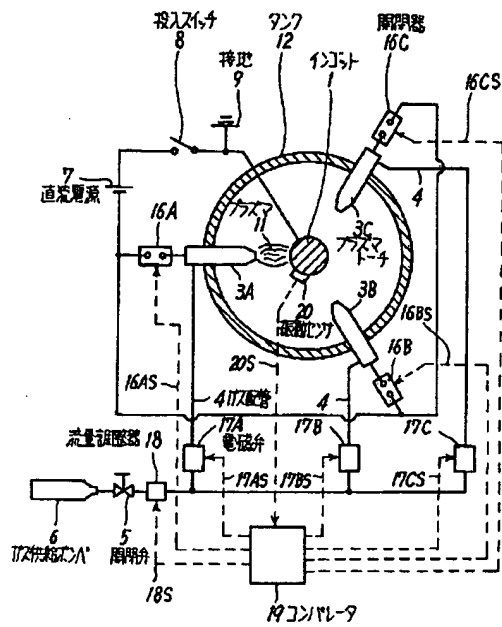
【図7】図6のA-A断面図

【図8】金属材料のヤング率と温度との関係を示す特性線図

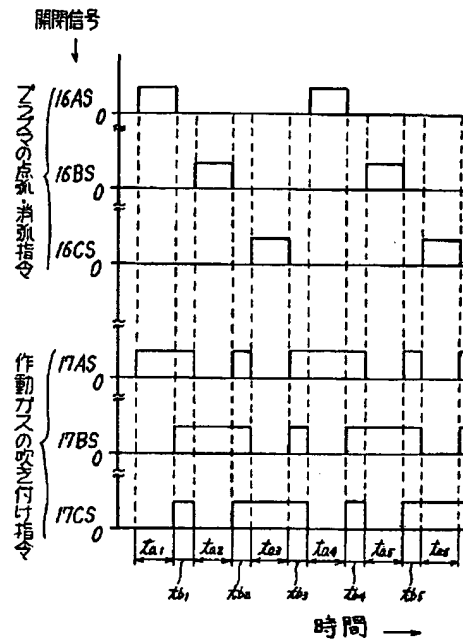
【符号の説明】

- | | |
|--------|-------------|
| 1 | インゴット |
| 2 | 超音波加振器 |
| 3A | プラズマトーチ |
| 3B | プラズマトーチ |
| 3C | プラズマトーチ |
| 4 | ガス配管 |
| 5 | 開閉弁 |
| 6 | ガス供給ボンベ |
| 7 | 直流電源 |
| 8 | 投入スイッチ |
| 30 9 | 接地 |
| 10 | 抵抗 |
| 11 | プラズマ |
| 12 | タンク |
| 13 | 特性曲線(鉄) |
| 14 | 特性曲線(テスレンス) |
| 15 | 特性曲線(チタン) |
| 16A | 開閉器 |
| 16B | 開閉器 |
| 16C | 開閉器 |
| 40 17A | 電磁弁 |
| 17B | 電磁弁 |
| 17C | 電磁弁 |
| 18 | 流量調整器 |
| 19 | コンパレータ |
| 20 | 振動センサ |
| 21 | 作動ガス |
| 22 | コントローラ |

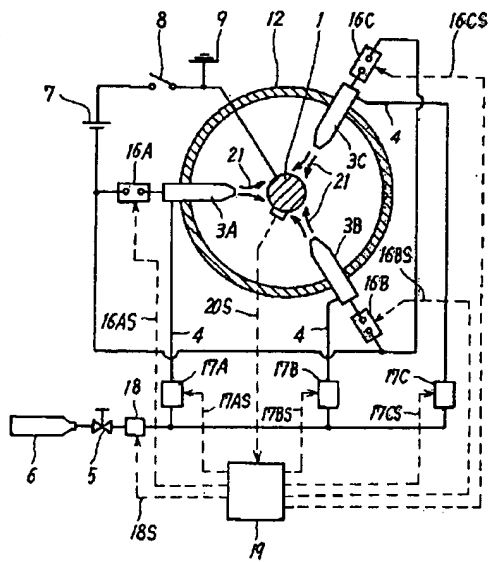
【図1】



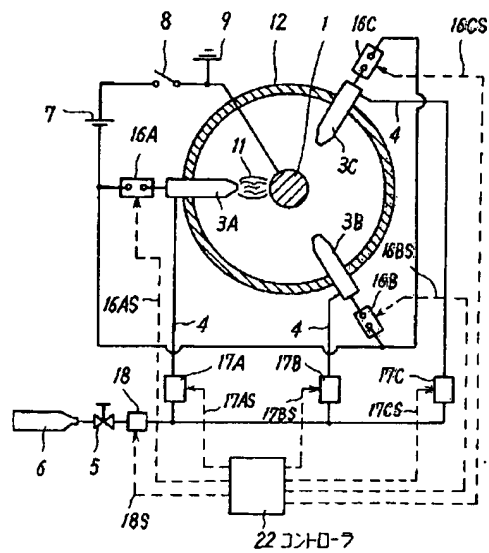
【図2】



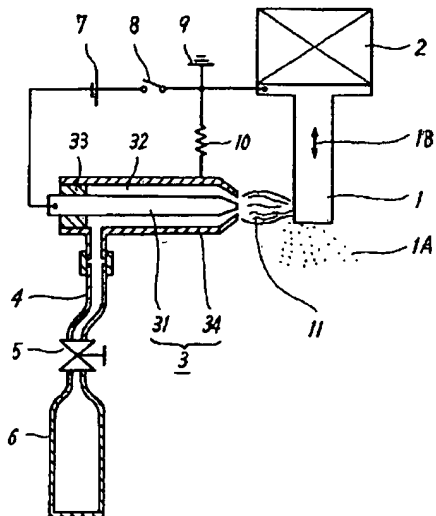
【図3】



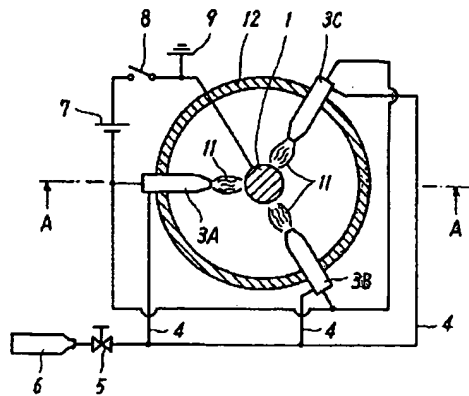
【図4】



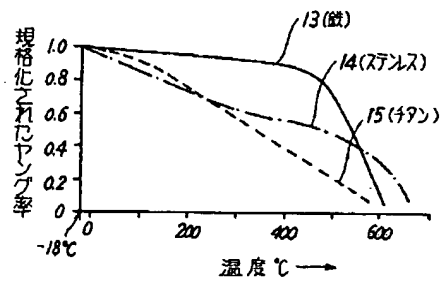
【図5】



【図6】



【図8】



フロントページの続き

(72)発明者 森田 公
神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号
富士電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ **BLACK BORDERS**

☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**

☐ **FADED TEXT OR DRAWING**

☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**

☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**

☒ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**

☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**

☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**

☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**

☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.